

(51) Int.CI. 7

識別記号

G02B 7/28

7/08

7/09

F I

G02B 7/08

H04N 5/232

テマコード (参考)

A 2H011

B 2H044

C 2H051

E 5C022

H

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-161693 (P 2001-161693)

(22)出願日

平成13年5月30日 (2001.5.30)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 山根 洋介

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74)代理人 100084364

弁理士 岡本 宜喜

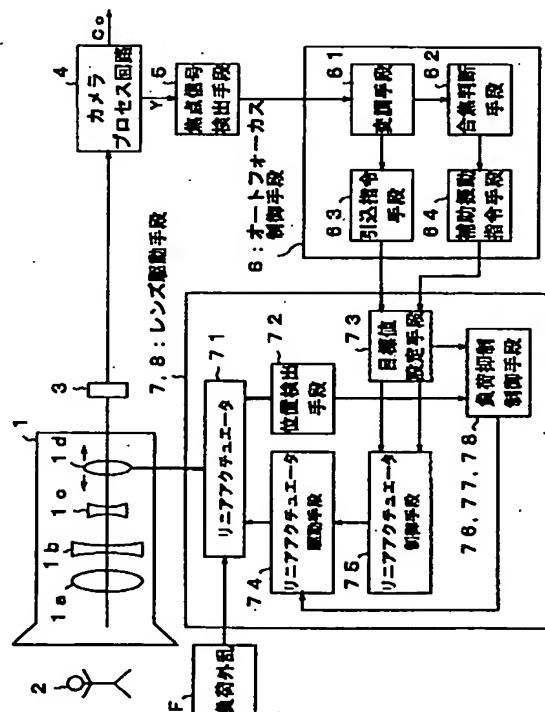
最終頁に続く

(54)【発明の名称】自動焦点調節装置、並びにこの装置を搭載したビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ

(57)【要約】

【課題】 リニアアクチュエータを用いてズームレンズの自動焦点調節を行う場合、リニアアクチュエータに加わる摩擦等の負荷のばらつきに伴い、焦点調節用レンズの応答性が劣化するのを抑制すること。

【解決手段】 焦点信号検出手段5はカメラプロセス回路4で生成される映像信号からズームレンズ1の合焦状態に対応した焦点信号を出力する。オートフォーカス制御手段6は焦点信号から合焦位置か否かを判定し、合焦位置でなければ、振動指令値と引込指令を生成してレンズ駆動手段7に出力する。レンズ駆動手段7は摩擦負荷を推定し、負荷抑制制御手段7.6を用いて負荷成分用の補正データを作成し、位置制御信号をリニアアクチュエータ駆動手段7.4に与える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を結像するため焦点調節用レンズを含む撮像レンズと、前記撮像レンズによる被写体光を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子から出力される撮像信号に信号処理を施して映像信号に変換するカメラプロセス回路と、前記カメラプロセス回路の映像信号から前記撮像レンズの合焦状態を示す焦点信号を演算する焦点信号検出手段と、前記焦点調節用レンズを光軸方向に振動させたときに得られる前記焦点信号を用いて、前記焦点調節用レンズが合焦位置か否かを判断し、合焦位置でない場合に前記焦点調節用レンズを合焦方向に移動させるための移動指示信号を出力するオートフォーカス制御手段と、前記オートフォーカス制御手段の移動指示信号に基づいて、前記焦点調節用レンズを前記撮像レンズの光軸上に沿って移動させるレンズ駆動手段と、を具備する自動焦点調節装置であって、

前記レンズ駆動手段は、前記焦点調節用レンズを光軸方向に駆動するリニアアクチュエータと、前記リニアアクチュエータの光軸方向の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段の位置情報を参考し、前記リニアアクチュエータに加わる負荷外乱の影響を抑圧するための補正データを生成する負荷抑制制御手段と、前記オートフォーカス制御手段から出力される移動指示信号を、前記負荷抑制制御手段の補正データを用いて補正し、補正された移動指示信号に基づいて前記リニアアクチュエータを位置制御するリニアアクチュエータ制御駆動手段と、を有することを特徴とする自動焦点調節装置。

【請求項2】 前記オートフォーカス制御手段は、前記焦点調節用レンズの移動すべき方向を判断するために、映像信号の垂直同期信号の整数倍の周期で前記焦点調節用レンズを振動させる振動指令値を前記レンズ駆動手段に供給する補助振動指令手段と、前記補助振動指令手段の振動指令値に基づいて前記焦点調節用レンズが振動したとき、前記焦点信号検出手段の焦点信号から合焦方向と合焦度合いを検出する変調手段と、を備え、

前記負荷抑制制御手段は、前記補助振動指令手段が前記焦点調節用レンズに対する振動指令を出力する場合に前記補正データを作成することを特徴とする請求項1記載の自動焦点調節装置。

【請求項3】 前記補助振動指令手段は、予め複数個の振動モードを記憶し、記憶された振動モードから特定のモードを選択して振動指令として出力するものであり、

前記負荷抑制制御手段は、

選択された振動モードにおける前記焦点調節用レンズの振動振幅値が所定の振動振幅値以下の場合にのみ、前記補正データを作成して前記リニアアクチュエータ駆動手段に与えることを特徴とする請求項2記載の自動焦点調節装置。

【請求項4】 前記負荷抑制制御手段は、前記位置検出手段の出力を微分して前記焦点調節用レンズの移動速度を検出する速度検出手段を備え、

10 前記速度検出手段の出力信号の符号に応じて補正データを生成することを特徴とする請求項2記載の自動焦点調節装置。

【請求項5】 前記負荷抑制制御手段は、前記補助振動指令手段から所定の振動モードが指示されたとき、前記位置検出手段の出力から前記焦点調節用レンズの振動振幅の大きさを検出する応答振動振幅検波手段を備え、

前記応答振動振幅検波手段の出力値に応じて補正データを決定することを特徴とする請求項2記載の自動焦点調節装置。

【請求項6】 前記負荷抑制制御手段は、前記位置検出手段の出力値を一定期間積分する第1の積分手段と、

前記補助振動指令手段の出力値を一定期間積分する第2の積分手段と、を備え、前記第2の積分手段の出力値に対する前記第1の積分手段の出力値の割合に応じて補正データを決定することを特徴とする請求項2記載の自動焦点調節装置。

【請求項7】 前記負荷抑制制御手段は、30 前記補助振動指令手段の振動モードにおける振動波形の基準位置に同期して補正データを出力することを特徴とする請求項5又は6記載の自動焦点調節装置。

【請求項8】 前記負荷抑制制御手段は、前記補正データとして、前記リニアアクチュエータに対する補正電流値を出力することを特徴とする請求項4又は7記載の自動焦点調節装置。

【請求項9】 被写体を結像するため焦点調節用レンズを含む撮像レンズと、前記撮像レンズによる被写体光を光電変換する撮像素子と、

40 前記撮像素子から出力される撮像信号に信号処理を施して映像信号に変換するカメラプロセス回路と、前記カメラプロセス回路の映像信号から前記撮像レンズの合焦状態を示す焦点信号を演算する焦点信号検出手段と、

前記焦点調節用レンズを光軸方向に振動させたときに得られる前記焦点信号を用いて、前記焦点調節用レンズが合焦位置か否かを判断し、合焦位置でない場合に前記焦点調節用レンズを合焦方向に移動させるための移動指示信号を出力するオートフォーカス制御手段と、

前記オートフォーカス制御手段の移動指示信号に基づいて、前記焦点調節用レンズを前記撮像レンズの光軸上に沿って移動させるレンズ駆動手段と、を具備する自動焦点調節装置であって、

前記オートフォーカス制御手段は、

前記焦点調節用レンズの移動すべき方向を判断するため、映像信号の垂直同期信号の整数倍の周期で前記焦点調節用レンズを振動させる振動指令値を前記レンズ駆動手段に供給する補助振動指令手段と、

前記補助振動指令手段の振動指令値に基づいて前記焦点調節用レンズが振動したとき、前記焦点信号検出手段の焦点信号から合焦方向と合焦度合いを検出する変調手段と、を有し、

前記レンズ駆動手段は、

前記焦点調節用レンズを光軸方向に駆動するリニアアクチュエータと、

前記リニアアクチュエータの光軸方向の位置を検出する位置検出手段と、

前記補助振動指令手段の振動モードにおける振動波形に対して、前記位置検出手段から得られる振動位置波形の位相差を検出する位相差検出手段と、

前記位相差検出手段の出力に応じて前記補助振動指令手段の振動波形の位相補正を行う位相シフト手段と、

前記位相シフト手段で位相補正された移動指示信号に基づいて前記リニアアクチュエータを位置制御するリニアアクチュエータ制御駆動手段と、を有することを特徴とする自動焦点調節装置。

【請求項10】 請求項1～9の何れか1項記載の自動焦点調節装置を備えたことを特徴とするビデオカメラ。

【請求項11】 請求項1～9の何れか1項記載の自動焦点調節装置を備えたことを特徴とするデジタルスチルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの焦点調節をする際に、撮影すべき被写体の像を最適な焦点位置に自動的にフォーカシングする自動焦点調節装置と、この自動焦点調節装置を用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ビデオカメラなどの撮像システムにおいて、重要な機能である自動焦点調節装置（オートフォーカスという）については、既に何種類かの方式が提案され、且つ実施されている。その中の一つの方式として、撮像素子の映像信号を利用する方式を「映像信号方式」と称する。映像信号方式については、例えば「山登りサーボ方式によるビデオカメラの自動焦点調整」、NHK技術研究、第17巻、第1号、21頁～（昭和40年発行）、石田他の論文として、その詳細が発表されてい

る。

【0003】 以下に映像信号方式を用いたビデオカメラの従来例について説明する。図15は従来の映像信号方式を用いたビデオカメラの要部構成を示すブロック図である。図15においてズームレンズ21は4個のレンズ21a～21dより構成される撮像レンズである。レンズ21dはズームレンズの一部であって、ピント調整機能を有する焦点調節用レンズである。なお、各レンズは便宜上各々1枚の凸レンズ又は凹レンズにて図示するが、実際には複数個の凸レンズ又は凹レンズより構成される。

【0004】 被写体22がズームレンズ21によって結像され、撮像素子であるCCD23によって撮像信号に変換される。カメラプロセス回路24はCCD23より得られる撮像信号に各種信号処理を施し、所定の映像信号CO、例えばNTSC信号に変換する回路である。焦点信号検出手段25は、カメラプロセス回路24より出力される輝度信号Yの内、一定値以上の周波数成分を抽出し、ズームレンズ21の合焦状態に対応した焦点信号（以下、焦点電圧という）をフィールド周期で演算して出力するものである。

【0005】 オートフォーカス制御手段26は焦点信号検出手段25の出力信号より合焦に関する情報を得て、焦点調節用レンズ21dの駆動方向や速度を演算し、オートフォーカスの制御信号を生成する手段である。ステッピングモータ27は焦点調節用レンズを駆動するモータである。モーター駆動手段28は、オートフォーカス制御手段26の出力信号により、ステッピングモータ27を駆動する手段である。

【0006】 以上のように構成された従来のビデオカメラにおいて、オートフォーカスの動作を説明する。映像信号方式オートフォーカスは前述したように、映像信号中の高周波成分の量（焦点電圧）を利用して焦点調節を行う方法である。ズームレンズ21は撮影する被写体22に対しローパスフィルタの特性を示す特徴がある。即ち撮影画像の合焦時にローパスフィルタの遮断周波数が最大になり、焦点電圧の量も最大になる。ズームレンズ21がデフォーカスするに従い、遮断周波数は低域側に移行し、その結果、焦点電圧も減少していく傾向にある。

【0007】 図16は焦点電圧と焦点調整用レンズ21dの位置との関係を示す特性図である。図16において、横軸は焦点調整用レンズの位置であり、縦軸は各焦点調整用レンズ位置で得られる焦点電圧を示す。ここで焦点調整用レンズ位置に対して描く焦点電圧のカーブを山登り曲線と呼ぶ。図中の焦点調整用レンズ位置P点において、焦点電圧は最大値を示す。焦点調整用レンズ位置P点の前後のQ点、R点においては、焦点電圧は夫々単調増加、単調減少する。

【0008】 この山登り方式のオートフォーカスは、焦

点調節用レンズ21dを一定方向に向けて移動させながら、例えば1フィールドごとに焦点電圧を求め、前フィールドの焦点電圧と比較し、焦点電圧が最大となる点まで山を登っていくことで焦点調節が行われる。ところがこの方式のオートフォーカスでは、レンズが静止している状態では山登り曲線の頂上位置、即ち合焦点への駆動方向が分からぬ。このため、焦点調節用レンズ21d又はCCD23などの撮像素子を光軸方向に15Hzの周期で振動させ焦点電圧を変調する。そして山登り曲線の微分係数を求め、その正負もってレンズの移動方向を決定している。このような振動制御を補助振動制御と呼ぶ。

【0009】図17に補助振動制御のための振動指令の例を示す。図17において、T1～T8は焦点電圧の取り出し期間を示し、夫々フィールド走査期間に相当する。T1～T8のうちT2、T4、T6、T8は、変調による焦点電圧の取り出し期間を示す。一般に補助振動の位相は、変調する場合に使用する焦点電圧の取り出し期間が振幅のピーク付近になるように設定される。また補助振動の振幅は、撮像素子の焦点深度内であり、レンズ駆動モータであるステッピングモータ27の限界駆動スピードを越えない範囲で、且つ十分に変調出力が得られるような大きさに設定されている。

【0010】次に、焦点調節用レンズ21dが図16のS点にあるとき、まず補助振動を開始してレンズの駆動方向を判定する。方向が分かればこの後レンズをP点へ向けて一気に駆動する。P点を越えると焦点電圧は減少方向に向かうが、これを検出した後はレンズを反転駆動し、P点近傍に止める。こうして一連のオートフォーカス動作が完了する。

【0011】また山登りの途中やP点（合焦点）近傍においても前述の補助振動を適用する場合がある。これはレンズ駆動の方向判断を行うこと以外に、山登りの途中段階においては変調出力の量に応じて山登りの速度を決めたり、合焦点近傍においては山が平坦になることを利用して変調出力が所定の閾値以下でレンズを停止させ、オートフォーカス制御を完了させるためである。また山登りの途中で補助振動制御を常時行うと、常に変調成分をフィードバックすることになるため、極めて高精度な合焦が可能になる。

【0012】以上のオートフォーカス制御方法では、ピントの大きくずれた位置や、コントラストの低い被写体では、山登り曲線の微分係数が低くなり、変調成分の量も減少する。このような場合はレンズの駆動方向を間違う場合がある。更に上記の従来の構成であれば、焦点電圧は1フィールド間隔で得られるが、変調周波数は補助振動周波数と同じ15Hzであるため、振動開始からレンズ駆動の方向を演算するためには3フィールド以上必要となる。その結果、山登り中の変調動作においても3フィールド毎の山登りの動作となるため、合焦点に到達

するまでに実行される変調回数に比例して時間遅れが累積し、合焦速度が制約されるという課題が生じる。

【0013】このような課題に対し、特開平7-162732号公報に開示されている方法では、焦点調節用レンズを駆動するモータに高速駆動可能なボイスコイルタイプのリニアアクチュエータを採用している。そしてその高速性を活かして焦点調節用レンズを、この方法としては最高の周波数である30Hzで振動させて、高速のピント合せの機能を実現しようとしている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記の特開平7-162732号におけるダイレクト駆動のリニアアクチュエータを用いたオートフォーカス制御方法では、30Hzの周波数で振動制御を行っているために、焦点電圧の変調出力信号（以降、変調成分という）は、リニアアクチュエータ、即ち、焦点調節用レンズの応答特性が確保されてはじめて十分な出力が得られる。しかし、リニアアクチュエータで駆動する焦点調節用レンズと一体となったレンズ可動枠を軸支持で可動させる一般的な構造の場合には、軸と軸受部分の接触部分に摩擦などの負荷外乱が発生する。

【0015】摩擦は、軸と軸受部分の接触部分の表面状態や、滑り速度、更には表面状態の影響を受ける。このような影響を抑制するため、軸と軸受のような接触部分に潤滑材を塗布する。しかし、潤滑材の温度特性などによって摩擦力の大きさがばらつく。リニアアクチュエータを用いて補助振動を行う本例によれば、その摩擦の影響から移動速度が小さく、且つ低温状態になるにつれて、振動制御指令に対するリニアアクチュエータ、即ち焦点調節用レンズの応答特性が劣化してしまう。このため十分な変調成分が得られないことになる。

【0016】負荷外乱の大小により応答性が劣化する特性例を図18に示す。変調成分は映像信号のフィールド毎の焦点電圧を変調した結果で表されるため、30Hzの周波数で焦点調節用レンズを振動させて変調成分を抽出する方法では、図中のフィールド期間△Tに焦点調節用レンズの位置が瞬間に変化する場合、即ち矩形波形状の応答特性を持つ場合、最も大きい変調成分が得られる。図18の応答波形1とそのときの差分量△V1がこれに相当する。

【0017】しかしながら実際は焦点調節用レンズを駆動するアクチュエータの特性では、矩形波形状の応答特性を確保することは不可能であり、応答波形は滑らかな特性となる。応答波形が滑らかになれば、CCD等の撮像素子に信号電荷が蓄積される期間中にも焦点調節用レンズが移動してしまうことになるため、焦点電圧は平均化される。この結果、フィールド間の焦点電圧の差分量△V2、即ち変調成分は図18の応答波形2に示すように小さくなる。この傾向は、焦点調節用レンズを駆動するアクチュエータに摩擦等の負荷が加わり、アクチュエ

ータの応答性（振幅及び位相）が劣化するに従い顕著になる。図18の応答波形3と差分量△V3がこれに相当する。

【0018】このような変調成分の低下を抑えるために、振動振幅量を大きく設定することも考えられる。例えば常時撮影しながら、オートフォーカス動作を行う場合、焦点調節用レンズを大きな振幅で振動させれば、画面がちらつき、撮影画像に違和感を抱かせてしまう。このため、一定以上に振幅量を大きく取ることは難しい。図18の応答波形3のように信号レベルが小さくなってしまった変調成分△V3では、ノイズの影響を受け易くなり、焦点調節用レンズを間違った方向に移動させたり、合焦していないのに合焦であると判断して停止させるなど、各種の誤動作を発生させてしまうことになる。

【0019】この傾向は、コントラストの少ない被写体を撮影するような場合では、焦点電圧のレベル及び山の傾斜が共に低くなるため、変調手段の出力信号レベルも小さくなってしまい、誤動作の発生頻度もより一層高くなる。この影響を抑制するために、変調成分の検出を複数回に渡って行い、その結果を平均化するなどして、精度を確保する方法が考えられる。しかしこの方法であれば、オートフォーカス制御自体が遅くなってしまい、高速アクチュエータとしてのリニアアクチュエータを用いている特徴が失われてしまう。

【0020】また、リニアアクチュエータに加わる摩擦等の負荷は、当然装置間ではらつきを持つ。このため、自動焦点調節装置を搭載した機器としてビデオカメラを考えるとき、ビデオカメラの製造段階において一定以下の負荷力に制限されるなど、製品の歩留まりにも悪い影響を及ぼすことが考えられる。

【0021】本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、自動焦点調節装置の高速性を妨げる要因である負荷の影響をより少なくすると共に、低温環境等のようにアクチュエータを制御する場合の悪条件となる環境下においても所定の制御性能を確保し、自動焦点調節装置を含む機器の製造過程における許容限界をゆるめ、歩留まり等を改善し、低コスト化を実現できる技術を確立することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本願の請求項1の発明は、被写体を結像するため焦点調節用レンズを含む撮像レンズと、前記撮像レンズによる被写体光を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子から出力される撮像信号に信号処理を施して映像信号に変換するカメラプロセス回路と、前記カメラプロセス回路の映像信号から前記撮像レンズの合焦状態を示す焦点信号を演算する焦点信号検出手段と、前記焦点調節用レンズを光軸方向に振動させたときに得られる前記焦点信号を用いて、前記焦点調節用レンズが合焦位置か否かを判断し、合焦位置でない場合に前記焦点調節用レンズを合焦方向に移動させるため

の移動指示信号を出力するオートフォーカス制御手段と、前記オートフォーカス制御手段の移動指示信号に基づいて、前記焦点調節用レンズを前記撮像レンズの光軸上に沿って移動させるレンズ駆動手段と、を具備する自動焦点調節装置であって、前記レンズ駆動手段は、前記焦点調節用レンズを光軸方向に駆動するリニアアクチュエータと、前記リニアアクチュエータの光軸方向の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段の位置情報を参照し、前記リニアアクチュエータに加わる負荷外乱の影響を抑圧するための補正データを生成する負荷抑制制御手段と、前記オートフォーカス制御手段から出力される移動指示信号を、前記負荷抑制制御手段の補正データを用いて補正し、補正された移動指示信号に基づいて前記リニアアクチュエータを位置制御するリニアアクチュエータ制御駆動手段と、を有することを特徴とするものである。

【0023】本願の請求項2の発明は、請求項1の自動焦点調節装置であって、前記オートフォーカス制御手段は、前記焦点調節用レンズの移動すべき方向を判断するために、映像信号の垂直同期信号の整数倍の周期で前記焦点調節用レンズを振動させる振動指令値を前記レンズ駆動手段に供給する補助振動指令手段と、前記補助振動指令手段の振動指令値に基づいて前記焦点調節用レンズが振動したとき、前記焦点信号検出手段の焦点信号から合焦方向と合焦度合いを検出する変調手段と、を備え、前記負荷抑制制御手段は、前記補助振動指令手段が前記焦点調節用レンズに対する振動指令を出力する場合に前記補正データを作成することを特徴とするものである。

【0024】本願の請求項3の発明は、請求項2の自動焦点調節装置であって、前記補助振動指令手段は、予め複数個の振動モードを記憶し、記憶された振動モードから特定のモードを選択して振動指令として出力するものであり、前記負荷抑制制御手段は、選択された振動モードにおける前記焦点調節用レンズの振動振幅値が所定の振動振幅値以下の場合にのみ、前記補正データを作成して前記リニアアクチュエータ駆動手段に与えることを特徴とするものである。

【0025】本願の請求項4の発明は、請求項2の自動焦点調節装置であって、前記負荷抑制制御手段は、前記位置検出手段の出力を微分して前記焦点調節用レンズの移動速度を検出する速度検出手段を備え、前記速度検出手段の出力信号の符号に応じて補正データを生成することを特徴とするものである。

【0026】本願の請求項5の発明は、請求項2の自動焦点調節装置であって、前記負荷抑制制御手段は、前記補助振動指令手段から所定の振動モードが指示されたとき、前記位置検出手段の出力から前記焦点調節用レンズの振動振幅の大きさを検出する応答振動振幅検波手段を備え、前記応答振動振幅検波手段の出力値に応じて補正データを決定することを特徴とするものである。

【0027】本願の請求項6の発明は、請求項2の自動焦点調節装置であって、前記負荷抑制制御手段は、前記位置検出手段の出力値を一定期間積分する第1の積分手段と、前記補助振動指令手段の出力値を一定期間積分する第2の積分手段と、を備え、前記第2の積分手段の出力値に対する前記第1の積分手段の出力値の割合に応じて補正データを決定することを特徴とするものである。

【0028】本願の請求項7の発明は、請求項5又は6の自動焦点調節装置であって、前記負荷抑制制御手段は、前記補助振動指令手段の振動モードにおける振動波形の基準位置に同期して補正データを出力することを特徴とするものである。

【0029】本願の請求項8の発明は、請求項4又は7の自動焦点調節装置であって、前記負荷抑制制御手段は、前記補正データとして、前記リニアアクチュエータに対する補正電流値を出力することを特徴とするものである。

【0030】本願の請求項9の発明は、被写体を結像するため焦点調節用レンズを含む撮像レンズと、前記撮像レンズによる被写体光を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子から出力される撮像信号に信号処理を施して映像信号に変換するカメラプロセス回路と、前記カメラプロセス回路の映像信号から前記撮像レンズの合焦状態を示す焦点信号を演算する焦点信号検出手段と、前記焦点調節用レンズを光軸方向に振動させたときに得られる前記焦点信号を用いて、前記焦点調節用レンズが合焦位置か否かを判断し、合焦位置でない場合に前記焦点調節用レンズを合焦方向に移動させるための移動指示信号を出力するオートフォーカス制御手段と、前記オートフォーカス制御手段の移動指示信号に基づいて、前記焦点調節用レンズを前記撮像レンズの光軸上に沿って移動させるレンズ駆動手段と、を具備する自動焦点調節装置であって、前記オートフォーカス制御手段は、前記焦点調節用レンズの移動すべき方向を判断するために、映像信号の垂直同期信号の整数倍の周期で前記焦点調節用レンズを振動させる振動指令値を前記レンズ駆動手段に供給する補助振動指令手段と、前記補助振動指令手段の振動指令値に基づいて前記焦点調節用レンズが振動したとき、前記焦点信号検出手段の焦点信号から合焦方向と合焦度合いを検出する変調手段と、を有し、前記レンズ駆動手段は、前記焦点調節用レンズを光軸方向に駆動するリニアアクチュエータと、前記リニアアクチュエータの光軸方向の位置を検出する位置検出手段と、前記補助振動指令手段の振動モードにおける振動波形に対して、前記位置検出手段から得られる振動位置波形の位相差を検出する位相差検出手段と、前記位相差検出手段の出力に応じて前記補助振動指令手段の振動波形の位相補正を行う位相シフト手段と、前記位相シフト手段で位相補正された移動指示信号に基づいて前記リニアアクチュエータを位置制御するリニアアクチュエータ制御駆動手段と、を有す

ることを特徴とするものである。

【0031】本願の請求項10のビデオカメラは、請求項1～9の何れか1項記載の自動焦点調節装置を備えたことを特徴とするものである。

【0032】本願の請求項11のデジタルスチルカメラは、請求項1～9の何れか1項記載の自動焦点調節装置を備えたことを特徴とするものである。

【0033】

【発明の実施の形態】次に、本発明の各実施の形態における自動焦点調節装置について、図面を参照しつつ説明する。

【0034】図1は本発明の実施の形態1における自動焦点調節装置を含むビデオカメラの全体構成図である。このビデオカメラは、ズームレンズ1、CCD3、カメラプロセス回路4、焦点信号検出手段5、オートフォーカス制御手段6、レンズ駆動手段7を含んで構成される。

【0035】ズームレンズ1は4個のレンズ群からなる撮像レンズである。ここでは各レンズ群を便宜上各々1枚の凸レンズ又は凹レンズにて示すが、実際には複数個の凸レンズ又は凹レンズより構成される。図1において夫々のレンズ群をレンズ1a、1b、1c、1dと呼ぶ。レンズ1dはズームレンズ1の一部であって、ピント調整機能を有する焦点調節用レンズである。被写体2からの光はズームレンズ1を介し、撮像素子であるCCD3に入力される。カメラプロセス回路4はCCD3より得られる撮像信号に各種信号処理を施し、所定の映像信号C0、例えばNTSC信号に変換する回路である。

【0036】焦点信号検出手段5は、カメラプロセス回路4より出力される輝度信号Yの内、一定周波以上の周波数成分を抽出し、ズームレンズ1の合焦状態に対応した焦点信号（焦点電圧）をフィールド周期で演算する手段である。焦点信号検出手段5は図2に示すように、帯域フィルタ51、絶対値回路52、ピーク検波回路53を有している。焦点信号検出手段5は帯域フィルタ51により一定の範囲の周波数成分を抽出し、絶対値回路52で絶対値をとり、ピーク検波回路53でピークデータを検出して、焦点電圧Vを出力する。焦点調節用レンズ1dは、ピントの状態に応じてLPFとして機能するため、焦点情報として取り出す一定期間の成分量は、合焦点をピークとして山形状となる特性が得られる。

【0037】図1のオートフォーカス制御手段6は、焦点調節用レンズ1dを光軸方向に振動させたときに得られる焦点信号を用いて、焦点調節用レンズ1dが合焦位置か否かを判断し、合焦位置でない場合に焦点調節用レンズ1dを合焦方向に移動させるための移動指示信号を出力する手段である。オートフォーカス制御手段6は、変調手段61、合焦判断手段62、引込指令手段63、補助振動指令手段64を含んで構成される。

【0038】補助振動指令手段64は焦点調節用レンズ

10

1 d を光軸方向に映像信号のフィールド周波数に同期・分周し、例えば 30 Hz や 15 Hz の周波数で振動させるための振動指令値を出力する手段である。変調手段 6 1 は、補助振動指令手段 6 4 の出力信号に基づいて焦点調節用レンズ 1 d が駆動されたとき、フィールド毎に得られる焦点信号検出手段 5 の焦点電圧 V の変調成分を抽出する手段である。この変調成分は、焦点信号検出手段 5 の焦点信号から合焦方向と合焦度合いの情報を抽出したものである。

【0039】引込指令手段 6 3 は変調手段 6 1 で得られた変調成分から、焦点調節用レンズ 1 d の移動すべき方向と速度を引込指令として出力する手段である。合焦判断手段 6 2 は、補助振動指令手段 6 4 と引込指令手段 6 3 の出力に応じて焦点調節用レンズ 1 d が駆動制御された場合、変調成分から焦点調節が完了したか否かを判断する手段である。

【0040】レンズ駆動手段 7 は、オートフォーカス制御手段 6 の移動指示信号に基づいて、焦点調節用レンズ 1 d をズームレンズ 1 の光軸上に沿って移動させる手段であり、リニアアクチュエータ 7 1、位置検出手段 7 2、目標値設定手段 7 3、リニアアクチュエータ駆動手段 7 4、リニアアクチュエータ制御手段 7 5、負荷抑制制御手段 (7 6, 7 7, 7 8 の何れか) を含んで構成される。

【0041】リニアアクチュエータ 7 1 は図 3 に示すような構造を有し、固定のマグネット 7 1 a と可動のムービングコイル 7 2 a との電磁力により焦点調節用レンズ 1 d を第 1 の軸 1 3 及び第 2 の軸 1 2 に沿って光軸方向にダイレクト駆動するものである。

【0042】位置検出手段 7 2 は、図 3 に示すように MR センサ (磁気抵抗型センサ) 7 2 a とセンサマグネット 7 2 b と信号処理手段 7 2 c とを有し、焦点調節用レンズ 1 d の絶対位置を検出する手段である。

【0043】図 1 の目標値設定手段 7 3 は、補助振動の目標値を与える補助振動指令手段 6 4 の出力信号と、合焦方向に焦点調節用レンズ 1 d を移動させるための目標値を与える引込指令手段 6 3 の出力信号とから、焦点調節用レンズ 1 d の目標位置を設定する手段である。

【0044】リニアアクチュエータ制御手段 7 5 は、目標値設定手段 7 3 の出力に対して、位置検出手段 7 2 の出力を一致させるよう、リニアアクチュエータ駆動手段 7 4 に制御信号を出力する手段である。本実施の形態における負荷抑制制御手段 7 6 は、リニアアクチュエータ 7 1 に加わる摩擦などの負荷外乱 F の大きさを予測すると共に、駆動力を補正するための補正データを生成する手段である。前述した構成のリニアアクチュエータ駆動手段 7 1 は、負荷抑制制御手段 7 6 の出力信号とリニアアクチュエータ制御手段 7 5 の出力信号とから、リニアアクチュエータ 7 1 を駆動する。ここで、リニアアクチュエータ駆動手段 7 4 とリニアアクチュエータ制御手段

7 5 とは、オートフォーカス制御手段 6 から出力される移動指示信号を、負荷抑制制御手段 7 6 の補正データを用いて補正し、補正された移動指示信号に基づいてリニアアクチュエータ 7 1 を位置制御するリニアアクチュエータ制御駆動手段の機能を有している。

【0045】図 3 に示すように、リニアアクチュエータ 7 1 はボイスコイルタイプのアクチュエータであり、ムービングコイル 7 2 a がマグネット 7 1 a と所定の空隙を有して可動自在に保持された構造を有している。信号処理手段 7 2 c は MR センサ 7 2 a の出力信号を処理し、リニアアクチュエータ 7 1 の位置データを出力する。

【0046】ムービングコイル 7 1 b 及びセンサマグネット 7 2 b は、焦点調節用レンズ 1 d を保持する焦点調節用レンズ一体枠 1 1 と一体に構成されている。そして焦点調節用レンズ一体枠 1 1 は、光軸方向に敷設された 2 本の軸 1 2、1 3 で摺動自在に支持されている。軸 1 3 に対する焦点調節用レンズ一体枠 1 1 側の軸受は、軸 1 3 の外周径に対し一定の空隙を設けた穴形状のものである。また軸 1 2 に対する軸受は、軸 1 3 を中心とする回転移動量を抑えるように回転方向に対して一定の空隙を設け、断面が矩形形状又は U 字形にしたものである。

【0047】そしてマグネット 7 1 a の発生する磁束と直交する向きに電流をムービングコイル 7 2 a に流すことにより、焦点調節用レンズ一体枠 1 1 を軸 1 3 及び軸 1 2 に沿ってスライドさせ、焦点調節用レンズ 1 d を光軸方向に駆動する。

【0048】以上のように構成された自動焦点調節装置において、まずオートフォーカス制御手段 6 で行われる映像信号方式オートフォーカスの動作について説明する。

【0049】図 4 は焦点調節用レンズ 1 d の位置と焦点電圧との関係を示す特性図である。本図において先ず合焦点からはずれた位置 Q で、焦点調節用レンズ 1 d が静止状態である場合でのオートフォーカス制御の方法を説明する。先ず焦点信号検出手段 5 はフィールド周波数ごとに焦点情報である焦点電圧を抽出する。焦点電圧は、被写体に応じてその信号レベルがばらつくため、焦点電圧だけではピントが合っているのかどうか判断することはできない。このため、焦点調節用レンズ 1 d がピントがあったレンズ位置 (合焦点位置) にあるのか、また合焦点位置にない場合 (ボケた状態) にあるのかを判断する。フィールド周波数に同期した周波数、例えば最大周波数としてフィールドごとの焦点電圧の変化が検出できる 30 Hz の周波数を設定し、補助振動指令手段 6 4 がこの周波数の振動指令値を生成する。レンズ駆動手段 7 はこの振動指令値が与えられると、焦点調節用レンズ 1 d を光軸方向に振動させる。

【0050】合焦判断手段 6 2 は、補助振動により焦点

調節用レンズ1dを振動させた結果、焦点電圧のフィールド間の変化量を変調手段61の出力より抽出する。抽出結果が一定のレベルより小さい場合は、図4で示す焦点電圧の山形状の特性のピーク付近にいる、即ち合焦していると判断して、補助振動指令手段64の動作を停止させる。変調手段61の出力信号が一定のレベルより大きい場合、焦点電圧の山形状の特性のピーク付近でない、即ち合焦していないと判断し、その出力信号の符号を判別する。出力信号の符号で、焦点電圧のピークのある方向が判断できる。このため引込指令手段63では、ピーク方向に焦点調節用レンズ1dを移動させるべく、レンズ駆動手段7に対し、方向と移動速度の情報を含んだ目標位置を与える。

【0051】尚、補助振動指令手段64の出力振幅であるが、例えばズームレンズ1を通して得られた撮影画像が、自動焦点調節時にもモニタリングされる。この場合に、補助振動をさせるためのレンズの振動振幅が大きければ、変調成分の量は大きくなるが、振幅の大きさ、即ち焦点調節用レンズ1dの振動量が大きくなると、画面上で合焦度合いが変化する。このためビデオカメラの使用者に違和感を感じさせてしまう。従って補助振動指令手段64の設定する振動振幅の大きさは、モニタリングされる状態を想定して、視覚的に違和感を感じさせない程度、つまり振動していることが視認できない程度以下、例えばレンズの焦点深度以下の大きさになるよう設定する。

【0052】ズームレンズ1の焦点深度はレンズの絞り値、即ちFナンバーによって決まってしまうため、被写体2の状況、即ちコントラストの大小や明るさ等に応じて、振動振幅量を最適な大きさに設定する必要がある。このため、補助振動指令手段64は、被写体の状況に応じて最適な振幅量を設定できるように、複数の振動モードとして多段階の振幅が設定できるようになっている。補助振動指令手段64の振動波形は、変調成分の出力量を確保するためには矩形波状の目標波形であることが望ましいが、リニアアクチュエータ71の応答性を考慮し、できるだけ正弦波に近い形状の指令を与えるものとする。

【0053】図5に補助振動指令手段64の出力信号として30Hzの振動周波数で焦点調節用レンズ1dを振動させる場合の振動指令を示す。ここでは振動指令として台形波を選択した例を示す。図5において、T1、T2、T3、T4、T5は変調手段61で用いられる焦点電圧の取り出し期間であり、夫々フィールド走査期間に相当する。振動指令の位相は、変調手段61の出力が最大となるように焦点電圧の取り出し期間の中心において、振動振幅のピークの中心が来るよう制御される。

【0054】次に、図4の合焦点Pへの方向が判断できれば、その方向へ山登り動作をさせながら引き続き補助振動指令手段64により補助振動制御を行う。図6に山

登り動作中に補助振動指令手段64による補助振動制御が加わった場合の各信号の変化を示す。図6(a)に示すT1～T8は、焦点電圧の取り出し期間であり、夫々フィールド走査期間に相当する。

【0055】先ず図6(c)に示すように、補助振動指令手段64の出力信号に基づき、補助振動制御を開始し、T1及びT2で出力される焦点電圧を変調手段61で抽出する。図6(e)に示すように、T1で出力される焦点電圧の方がT2で出力される焦点電圧よりも大きくなるため、変調手段61の出力は図6(f)のように正となる。この場合、引込指令手段63でレンズ駆動手段7へ焦点調節用レンズ1dを図中のP方向に移動するように、図6(d)のような引込指令値が出力される。同様にT3及びT4で出力される焦点電圧を変調手段61で抽出する。T3で出力される焦点電圧の方がT4で出力される焦点電圧よりも大きくなるため、ここでも変調手段61の出力は正となり、同じくP方向に移動するように目標指令値が出力される。

【0056】その後次々と2フィールドごとにレンズの駆動方向の算出並びにレンズの移動制御を行い、合焦点位置へ焦点調節用レンズ1dを移動させる。ここで引込指令手段63の出力信号の変化量、即ちレンズの移動速度を変調成分の量に応じて切り替える方法を取ってよい。例えば変調成分の大きいところ、即ち合焦点から離れたレンズ位置は速度を大きく設定し、合焦点近傍などの傾斜の少ないところでは速度を小さく設定するなどである。

【0057】上記した山登り動作により、図4の合焦点Pを通過し、山を幾分か越えた点で変調手段61の出力は負となる。このとき再度P点に向かうよう焦点調節用レンズ1dを反対方向に駆動する。その後P点近傍で反転動作を何回か繰り返した後、変調手段61の出力が閾値以下になったところでレンズの駆動を停止する。こうして一連のオートフォーカス動作を終了する。

【0058】次に、オートフォーカス制御手段6の出力信号に基づいて焦点調節用レンズ1dを駆動するレンズ駆動手段7の動作について説明する。リニアアクチュエータ制御手段75は、オートフォーカス制御手段6から、リニアアクチュエータ71の目標値として、図6(b)に示すような引込指令手段64及び補助振動指令手段64の出力信号を加算した信号が供給される。そしてリニアアクチュエータ制御手段75は目標値と位置検出手段72の出力信号の差(誤差信号)を零にするようリニアアクチュエータ71を位置制御する。リニアアクチュエータ制御手段75は30Hzの振動指令や山登りの引き込み指令に対し、十分応答できるサーボ特性を持つように構成されている。

【0059】焦点調節用レンズ一体枠11を光軸方向にスライドすると、軸13が軸受に摺動し、軸12が矩形形の軸受と摺動しているため、その接触面には摩擦力が

働く。軸と軸受が相対的に運動状態にあると動摩擦力が働く、静止している状態では静止摩擦力が働く。夫々摩擦力の大きさは、接触面の表面状態やそのときのすべり速度（移動速度）により変化する。また、軸受部や回転止め部の接触部に対して、摩擦力を抑制するために潤滑剤を塗布するが、その潤滑剤の量や温度特性が摩擦力の増減に影響する。また、軸受を構成する樹脂部材も温度変化で膨張したり、収縮する。このため軸受部分のクリアランスが変化し、摩擦力が増減する。このような摩擦力の影響は、前述したように補助振動の応答性に顕著に現れてくる。

【0060】さて、リニアアクチュエータ71が受ける摩擦力は、リニアアクチュエータ71が停止している状態では、動きだそうとする方向とは逆の方向に発生し、移動している場合は移動方向とは逆の方向に発生する。そこで、負荷抑制制御手段76を図7に示すような構成にし、速度検出手段76aを用いて位置検出手段72の出力信号を微分して速度情報を算出する。またメモリ手段76bを設け、速度検出手段76aで得られた速度情報に対する補正データを予め記憶させる。

【0061】メモリ手段76bは、速度検出手段76aの出力に応じてその補正データを読み出し、リニアアクチュエータ駆動手段74に出力する。リニアアクチュエータ71の駆動速度と負荷補正量との関係を図8に示す。リニアアクチュエータ71の速度、即ち速度検出手段76aの出力が一定の速度V0以下、即ち動き出し直後までの零に近い速度以下の場合は、リニアアクチュエータ71に発生する摩擦力は静止摩擦力であると判断する。この場合、静止摩擦力に相当する一定の補正量Esを補正データとして出力する。次に、リニアアクチュエータ71が一定の速度V0以上で移動している場合は、リニアアクチュエータ71は動き出したと判断し、動摩擦力に相当する補正量Emを補正データとして出力する。

【0062】補正量Es又はEmは、リニアアクチュエータ駆動手段74に供給される。メモリ手段76bに記憶される補正量Es、Emは、リニアアクチュエータ71の発生する推力と線形の関係に近似できる供給電流を基準に、補正量の出力結果が負荷の大きさに相当する供給電流の大きさとなるよう記憶しておくとよい。尚、前述したように摩擦力は温度特性を持つため、メモリ手段76bに記憶しておく補正データをそのまま補正量として供給すれば、摩擦力が予想より大きい場合には十分な補正ができなかったり、また摩擦力が小さい場合は過補正となり、オーバー気味の特性となることも予想される。実使用上、摩擦力のばらつきの範囲の中で補正の効果が得られ、且つオーバー気味の特性でも不具合を生じない量の補正データを、メモリ手段76bに記憶しておくことで、上記の問題に対応することができる。

【0063】また、実使用上の摩擦力の最大値を補正量

として設定しておき、実際の応答性を確認することもできる。例えば位置検出手段72の出力信号から、補助振動時の応答振幅のピークとボトムの値をモニタすることで、振幅量を算出する。そして応答波形の振幅量が目標振幅量に対してオーバー気味であるかどうか、即ち過補正であるかどうかを判断し、そうであれば、補正量を減するなどの方法で、摩擦力のばらつきをカバーすることも可能である。

【0064】また、本実施の形態では、補助振動を行う場合の補正方法を説明したが、補助振動以外でのリニアアクチュエータの動作、即ち引込指令手段63の出力のみで移動させるような場合でも、同様の方法で負荷抑制が可能である。また前述した補助振動動作を行った場合の応答波形の振幅量から、補正量を調整する方法と組み合わせれば、補助振動を行う度に正確な補正量を設定できる。この場合、補助振動以外の駆動においても精度の良い負荷補正が期待できる。

【0065】以上説明したように、補助振動を行いながら応答波形を常時管理し、移動方向に発生する摩擦負荷を適宜補正することで、環境変化に伴うリニアアクチュエータの応答特性の劣化を抑え、結果的には高精度のオートフォーカス性能を実現することができる。また、本実施の形態の自動焦点調節装置をビデオカメラ及びデジタルスチルカメラに適用すれば、高速、高品位な映像を常時得ることができる。

【0066】（実施の形態2）次に、本発明の実施の形態2における自動焦点調節装置について説明する。本実施の形態の自動焦点調節装置は、実施の形態1において、レンズ駆動手段7における負荷抑制制御手段を図7に示す構成から図9に示す構成に代えたものである。この負荷抑制制御手段77は、ピーク&ボトム検波手段77a、応答振幅量演算手段77b、目標振幅量演算手段77c、振幅量比較手段77d、メモリ手段77e、補正量制御手段77f、同期手段77gを含んで構成される。

【0067】図9において、位置検出手段72は実施の形態1と同様にリニアアクチュエータ71の絶対位置を出力する手段である。ピーク&ボトム検波手段77aは位置検出手段72の出力データから、補助振動制御期間中における振動波形のピーク値とボトム値を検波する手段である。応答振幅量演算手段77bは、ピーク&ボトム検波手段77aの出力から補助振動中の応答波形の振幅量を算出する手段である。目標振幅量演算手段77cは補助振動指令手段64の出力信号から補助振動の目標振幅を演算する手段である。振幅量比較手段77dは目標振幅量演算手段77cと応答振幅量演算手段77bの出力信号を比較する手段である。メモリ手段77eは予め補正量を記憶させる記憶手段である。ここでピーク&ボトム検波手段77aと応答振幅量演算手段77bとは、補助振動指令手段64から所定の振動モードが指示

されたとき、位置検出手段72の出力から焦点調節用レンズ1dの振動振幅の大きさを検出する応答振動振幅検波手段の機能を有している。

【0068】補正量制御手段77fは振幅量比較手段77dの出力とメモリ手段77eの記憶データに応じて、必要な負荷補正量を算出する手段である。同期手段77aは、補正量制御手段77fからの補正データを補助振動指令手段64の振動タイミングに同期してリニアアクチュエータ駆動手段74に出力する手段である。

【0069】図10の波形データを用いながら、図9に示した負荷抑制制御手段77の動作を中心に説明する。

図10において、補助振動指令手段64から入力される補助振動指令の振動波形Saを図10(a)の実線部に示す。その場合の位置検出手段72の出力信号として得られるリニアアクチュエータ71の応答波形Sbは図10(a)の破線部のようになる。ピーク&ボトム検波手段77aは応答波形Sbのピーク値とボトム値を検出する。応答振幅量演算手段77bは応答波形Sbの振幅の大きさを算出する。

【0070】振幅量比較手段77dは目標振幅量演算手段77cの出力信号Wtと、応答振幅量演算手段77bの出力信号W0とを比較する。

$W_t > W_0 \dots (1)$

(1)式を満足した場合、補正量制御手段77fは一定の大きさの補正データE0をメモリ手段77eから選択し、同期手段77gを介してリニアアクチュエータ駆動手段74に供給して負荷の補正を行う。

【0071】図9の最初の振動波形における振幅量W0から、応答波形の振幅補正を行った後、次波形における応答振幅波形の振幅量をW1とする。再度W1とWtとを比較し、W1がWtに等しいか、許容できる範囲の振幅差に収まれば、図10(b)に示すように次の振動の補正データの大きさE1を、補正データの大きさE0にして与える。W0がWtより小さい場合は、応答波形の振幅量W1がWtに近づくよう、補正データE1をE0より大きくなるように設定する。

【0072】尚、補正のタイミングは、図10(b)に示すように補助振動指令手段64の振動の中心位置からの移動方向によってその方向を設定する方法(補正1)や、図10(c)に示すように補正1における補正方向切り替えのタイミングを前後にシフトする方法(補正2)や、図10(d)に示すように補正データの大きさを目標波形の位相によって変化させる方法(補正3)がある。いずれの方法をとっても本発明の効果としては一般性を失わない。応答振幅量演算手段77bの出力が目標振幅量演算手段77cの出力に近づくよう適宜最適な方法を選択したり、組み合わせて供給してもよい。

【0073】以上のように本実施の形態によれば、補助振動を行いながら応答振幅の大きさを常時管理し、その値を元に補正量にフィードバックするため、環境変化に

伴うリニアアクチュエータの応答特性の劣化を抑えることができる。この結果、高精度のオートフォーカス性能を維持することができる。本実施の形態の自動焦点調節装置を、ビデオカメラやデジタルスチルカメラに適用すれば、高速、高品位な映像を常時得ることができる。

【0074】(実施の形態3)次に、本発明の実施の形態3における自動焦点調節装置について説明する。本実施の形態による自動焦点調節装置は、図1に示すレンズ駆動手段7における負荷抑制制御手段の構成を異にするものである。図11は本実施の形態における負荷抑制制御手段78の構成図である。

【0075】この負荷抑制制御手段78は、第1の積分手段78a、第2の積分手段78b、積分値比較手段78c、メモリ手段78d、補正量制御手段78e、同期手段78fを含んで構成される。

【0076】位置検出手段72は、リニアアクチュエータ71の絶対位置情報を出力する手段である。積分手段78aは位置検出手段72の出力データを一定期間入力し、基準位置に対する偏差量を積分する手段である。積分手段78bは、補助振動指令手段64の出力信号を一定期間入力し、基準位置に対する偏差量を積分する手段である。積分値比較手段78cは、積分手段78aと積分手段78bの出力信号を比較し、その割合を出力する手段である。

【0077】メモリ手段78dは予め補正量を記憶する記憶手段である。補正量制御手段78eは積分値比較手段78bの出力に応じてメモリ手段78dから補正データを読み出し、必要な負荷補正データを生成する手段である。同期手段78fは、補助振動指令手段64の振動タイミングに同期して負荷補正データを出力する手段である。

【0078】図12の波形データを用いながら、本実施の形態の負荷抑制制御手段78の動を説明する。図12において、(a)は補助振動理想波形を示し、(b)は補助振動波形を示す。この補助振動波形は、図11の補助振動指令手段64から入力される補助振動の目標振動波形である。図12(c)は、位置検出手段72の出力信号、即ちリニアアクチュエータ71の応答波形である。図12(a)は、補助振動動作の理想となる目標波形、即ちフィールドごとに焦点調節用レンズ1dが矩形波状に移動される場合の指令波形を示す。

【0079】ここで先ず、図11の積分手段78bにおいて、矩形波形状態におけるレンズ変位の理想的な位置の振動波形の中心位置からの変位量の総和(積分値)を計算する。即ち図12(a)において、振動波形1波長分の振動波形の中心線より正側にある部分Scと、負側にある部分Sdの振動波形の中心位置からの変位量の総和を△S0とすると、△S0は次の(2)式のように変位量にフィールド期間Tの積で表される。

$$\Delta S_0 = L \times T \times 2 \dots (2)$$

【0080】図12(c)の応答波形(位置検出手段7の出力波形)において、図12(a)の補助振動理想波形が中心線より正の位置にあるフィールド期間であって、応答波形が中心線から正側にある場合の中心線からの絶対距離の総和をS1pとし、負側にある場合の中心線からの絶対距離の総和をS1nとする。そしてS1pからS1nを減じた値をS1pnとする。また図12(a)の補助振動理想波形が中心線より負の位置にあるフィールド期間であって、応答波形が中心線から負側にある場合の中心線からの絶対距離の総和をS2nとする。また正側にある場合の中心線からの絶対距離の総和をS2pとする。そしてS2nからS2pを減じた値をS2npとする。次にS1pnとS2npとを加えたものを△S1とすると、積分手段78aはこのような△S1を算出する。

【0081】積分手段78bで得られた△S0、積分手段78aで得られた△S1を元に、積分値比較手段78cはリニアアクチュエータ71の応答性を次の(3)式を用いて評価する。

$$\Delta S_1 / \Delta S_0 \dots (3)$$

応答波形において、フィールド期間中に中心線から見て正の積分値S1pから、負の積分値S1nを減じているのは、応答波形の位相遅れの影響を評価するためである。

【0082】(3)式の値が1に近づくにつれて応答波形の応答性(振幅、位相)が確保され、(3)式の値が0に近づくにつれて応答特性(振幅、位相)は劣化する傾向にあると言える。このように、積分値比較手段78cの出力結果に基づき、補正量制御手段78eは、補正を行うべきか否かの判断と、補正が必要な場合は、積分値比較手段78cの出力値が目標レベルに達するように、所定の補正データをメモリ手段78dから選択し、同期手段78fを介して補正データE0をリニアアクチュエータ駆動手段74に供給する。

【0083】図12の最初の波長の振動波形における比較結果に基づいて応答波形の補正を行った後も、積分手段78aは上記の計算をし続け、積分値比較手段78cの出力値が目標レベルに到達するよう、補正データの大きさを調整していく。積分値比較手段78cの出力値が目標レベルに等しく、又は許容できる範囲の差以下に収束すれば、補正データの大きさはその値を保持するよう制御する。

【0084】尚、補正のタイミングは、振動の中心位置からの移動方向によってその方向を設定する方法があり、これを図12(e)の補正1で示す。また補正1における補正方向切り替えのタイミングを前後にシフトする方法を図12(f)の補正2で示す。また、補正データの大きさを目標波形の位相によって変化させる方法を図12(g)の補正3で示す。いずれの方法をとっても本実施の形態の効果としては一般性を失わない。また積

分値比較手段78cの出力が目標とするレベルに近づくよう、適宜最適な方法を選択するか、組み合わせて供給する方法でもよい。

【0085】本実施の形態では、理想的な目標波形を応答波形の比較対象としたが、これが、実際に与える波形、例えば図12(b)に示すのような台形波形と比較させてもよく、積分値比較手段78cの目標レベルが変わるだけであり、前述した方法と同様の効果が得られる。

10 【0086】以上、補助振動を行いながら常時リニアアクチュエータ71の応答特性を、応答波形の中心からの移動量の積分値で評価し、その評価値を絶えずフィードバックすることで、環境変化に伴うリニアアクチュエータ71の応答特性の劣化を抑えるようにした。その結果、高精度のオートフォーカス性能を維持することができる。また本実施の形態の自動焦点調節装置をビデオカメラやデジタルスチルカメラに適用すれば、高速、高品位な映像を常時得ることが可能になる。

20 【0087】(実施の形態4) 次に本発明の実施の形態24における自動焦点調節装置について説明する。本実施の形態による自動焦点調節装置は、図1に示すレンズ駆動手段7の構成を図13に示すようなレンズ駆動手段8に置き換えたことである。その他の構成は図1に示すものと同様である。

【0088】図13に示すようにレンズ駆動手段8は、位相シフト手段81、位相遅れ進み検出手段82、目標値設定手段83、減算手段84、リニアアクチュエータ位置制御手段85、リニアアクチュエータ駆動手段86、位置検出手段87を含んで構成される。

30 【0089】補助振動指令手段64及び引込指令手段63の出力信号がレンズ駆動手段8に与えられる。このうち、補助振動指令手段64の出力信号は位相シフト手段81に入力され、指令波形の位相が調整される。目標値設定手段83は引込指令と位相調整された指令波形を用いてリニアアクチュエータ71の指令値を設定する。位置検出手段87はリニアアクチュエータ71の現在の絶対位置情報を出力する。減算手段84は、目標値設定手段83より出力された指令値からリニアアクチュエータ71の絶対位置情報を減算し、位置誤差信号をリニアアクチュエータ位置制御手段85に出力する。そしてリニアアクチュエータ制御手段85は、リニアアクチュエータ駆動手段86に位置制御信号を与え、リニアアクチュエータ71の位置制御を行う。

40 【0090】位相遅れ進み検出手段82は、リニアアクチュエータ71が補助振動の動作を行っている状態で、位置検出手段87の出力信号と目標とする振動波形とから、実際の応答波形の位相の遅れ量を検出する位相差検出手段である。位相シフト手段81は位相の遅れ量に応じて、補助振動指令手段64から入力される指令振動波形の位相を進める。

【0091】次に図14の波形データを用いながら、図13に示したレンズ駆動手段8の動作について説明する。図14(a)は補助振動指令手段64から入力される補助振動の目標振動波形である。図14(c)は、リニアアクチュエータ71に加わる負荷が増大し、その結果、応答特性が劣化した場合の位置検出手段87の出力信号であり、リニアアクチュエータ71の応答波形を示している。図14(b)は位相シフト手段81の出力信号を示す。

【0092】先ず、補助振動指令手段64の出力信号に対し、位相シフト手段81は、位相進み、遅れの制御を行わない状態において、指令波形に対する応答波形の位相遅れ時間を算出する。詳しくは、位相遅れ進み検出手段82は、補助振動指令手段64の出力信号が波形の中心位置を横切ってから、位置検出手段87の出力信号が同様に波形の中心位置を横切るまでの時間を計測し、この値を遅れ時間 ΔT_1 として検出する。

【0093】この遅れ時間を位相シフト手段81にフィードバックし、補助振動指令手段64から入力される次の波長、又はその次の波長の振動波形の位相を ΔT_1 に相当する量だけ進める制御を行う。波形の中心位置を横切るタイミングは、正方向から負方向へ、又は負方向から正方向へ横切る場合の両方が考えられる。例えば、より速くフィードバックする場合は、負方向から正方向へ横切る場合の ΔT_1 を遅れ量として使用すればよい。また、より確度を上げる場合には、複数回の ΔT_1 を測定し、平均化してもよい。

【0094】また図14では、中心位置を横切るタイミングで位相の遅れ量を算出しているが、応答波形のピークやボトムに到達するタイミングから算出する方法や、両者の組み合わせで算出する方法など、いずれであっても構わない。また、位相遅れの検出と位相補正是常時実施しても構わないが、一旦調整てしまえば、温度変化が急峻に起こらない限り負荷の大きさが変動することは少ない。このため、負荷の変動を検出するのに相応した時間間隔毎に上記の動作を実施してもよい。

【0095】以上、補助振動時に応答波形の位相を検出するとともに、補助振動の指令波形の位相を調整することで、応答波形の位相遅れを補正し、摩擦等の影響で応答波形の応答特性の劣化、即ち振動変調成分量の低下を抑えることができる。この結果、高速・高精度のオートフォーカス性能を維持することができる。本実施の形態の自動焦点調節装置をビデオカメラやデジタルスチルカメラに適用すれば、高速、高品位な映像を常時得ることができる。

【0096】尚、実施の形態2や実施の形態3で説明した補正データを算出し、負荷分に相当する電流量をリニアアクチュエータに供給する方法と組み合わせれば、応答波形の振幅及び位相の調整確度が増し、より正確な応答波形を得ることができる。

【0097】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、焦点調節用レンズの駆動アクチュエータにリニアアクチュエータを用いた場合に、環境変化や経年変化に伴い増大する負荷に対し、適宜補正を施すことにより、リニアアクチュエータの制御性能を確保し、安定且つ応答性の良好な焦点調節機能を維持することができる。

【0098】特に請求項1記載の発明によれば、リニアアクチュエータに加わる負荷外乱を抑制するための負荷抑制制御手段を設けることにより、低温環境でアクチュエータを制御する場合においても、所定の制御性能を確保できる。このため、高精度なオートフォーカス性能が実現できる。

【0099】特に請求項2記載の発明によれば、オートフォーカス制御の基本アルゴリズムである焦点調整用レンズの振動により焦点電圧の大小を判別し、合焦方向を検出するようしている。焦点調整用レンズの振動状態を正確に制御することが重要な場合、上記の構成を用いることで、正確な焦点調整用レンズの位置決めを実現すること可能となる。

【0100】特に請求項3記載の発明によれば、負荷の影響の少ない、一定の大きさ以上の振動振幅値が選択された場合には、不必要に補正制御を行わないようしている。この場合、補正制御を行うことによる副作用、例えば消費電力の増加などの影響を抑えることができる。

【0101】特に請求項4記載の発明によれば、速度検出手段を用いて焦点調節用レンズの移動の方向を検出し、一定の大きさの摩擦力に相当する推力分をリニアアクチュエータの駆動時に加えるようしている。こうすると、焦点調節用レンズの応答特性を大幅に改善でき、高精度なオートフォーカス性能を維持できる。

【0102】特に請求項5記載の発明によれば、リニアアクチュエータの応答特性からリニアアクチュエータに加わる負荷の大きさを予測し、その負荷の大きさに相当する推力分をリニアアクチュエータの駆動時に加えるようしている。このような簡単な補正方法で、摩擦力の影響を抑制することができる。

【0103】特に請求項6記載の発明によれば、リニアアクチュエータの振幅特性や位相特性の結果から摩擦などの負荷の大きさを予測する方法に代えて、第1の積分手段の値と第2の積分手段の値とを比較することにより、負荷の大きさを算出するようしている。このため極めて精度のよい負荷補正が可能になり、高精度のオートフォーカス性能を維持することができる。

【0104】特に請求項7記載の発明によれば、撮像素子から映像信号を生成するタイミングと、リニアアクチュエータの位置制御のタイミングとを最適に調整することができる。

【0105】特に請求項8記載の発明によれば、リニアアクチュエータの駆動電流と、推力用の補正データとを

同じ単位で管理できるようになるため、誤差の少ない、精度のよい負荷補正が可能になる。

【0106】また請求項9記載の発明によれば、摩擦等の負荷によってリニアアクチュエータの振動に位相遅れが生じるような場合には、位相補正を行うことにより焦点電圧の変調成分量の低下をカバーすることができる。このため、精度の高いオートフォーカス制御を確保できる。

【0107】また請求項10記載の発明によれば、上記発明の自動焦点調節装置を用いることにより、低温状態のようなレンズを駆動するアクチュエータにとって悪条件となる環境下においても、高精度なオートフォーカス性能を持続できるビデオカメラを提供することができる。

【0108】また請求項11記載の発明によれば、上記発明の自動焦点調節装置を用いることにより、低温状態のようなレンズを駆動するアクチュエータにとって悪条件となる環境下においても、高精度なオートフォーカス性能を持続できるデジタルカメラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の各実施の形態における自動焦点調節装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】各実施の形態による自動焦点調節装置において、焦点検出手段の構成例を示すブロック図である。

【図3】各実施の形態による自動焦点調節装置において、レンズ駆動手段の機構を示す断面図である。

【図4】オートフォーカスの制御原理を説明するため、焦点調節用レンズと焦点電圧の関係を示す特性図である。

【図5】実施の形態1による自動焦点調節装置において、補助振動指令の例を示す説明図である。

【図6】実施の形態1による自動焦点調節装置において、補助振動指令と引き込み指令を含むタイミング図である。

【図7】実施の形態1による自動焦点調節装置において、負荷抑制制御手段の構成例を示すブロック図である。

【図8】実施の形態1の負荷抑制制御手段の制御例を示す説明図である。

【図9】本発明の実施の形態2による自動焦点調節装置において、負荷抑制制御手段の構成例を示すブロック図である。

【図10】実施の形態2の負荷抑制制御手段の制御例を示す説明図である。

【図11】本発明の実施の形態3による自動焦点調節装置において、負荷抑制制御手段の構成例を示すブロック図である。

【図12】実施の形態3の負荷抑制制御手段の制御例を示す説明図である。

【図13】本発明の実施の形態4による自動焦点調節装置において、レンズ駆動手段の構成を示すブロック図である。

【図14】実施の形態4のレンズ駆動手段の制御例を示す説明図である。

【図15】従来の自動焦点調節装置の構成例を示すブロック図である。

【図16】従来例の自動焦点調節装置において、焦点調節用レンズ位置と焦点電圧との関係を示す特性図である。

【図17】従来例の自動焦点調節装置において、補助振動指令の説明図である。

【図18】補助振動指令と応答性の関係を示す説明図である。

【符号の説明】

1 ズームレンズ

1 d 焦点調節用レンズ

2 被写体

3 CCD

20 4 カメラプロセス回路

5 焦点信号検出手段

6 オートフォーカス制御手段

7, 8 レンズ駆動手段

11 焦点調節用レンズ一体枠

12 第2の軸

13 第1の軸

51 帯域フィルタ

52 絶対値回路

53 ピーク検波回路

30 6 1 变調手段

6 2 合焦判断手段

6 3 引込指令手段

6 4 補助振動指令手段

7 1 リニアアクチュエータ

7 1 a マグネット

7 1 b ムーピングコイル

7 2 位置検出手段

7 2 a MRセンサ

7 2 b センサマグネット

40 7 2 c 信号処理手段

7 3 目標値設定手段

7 4 リニアアクチュエータ駆動手段

7 5 リニアアクチュエータ制御手段

7 6, 7 7, 7 8 負荷抑制制御手段

7 6 a 速度検出手段

7 6 b メモリ手段

7 7 a ピーク & ボトム検波手段

7 7 b 応答振幅演算手段

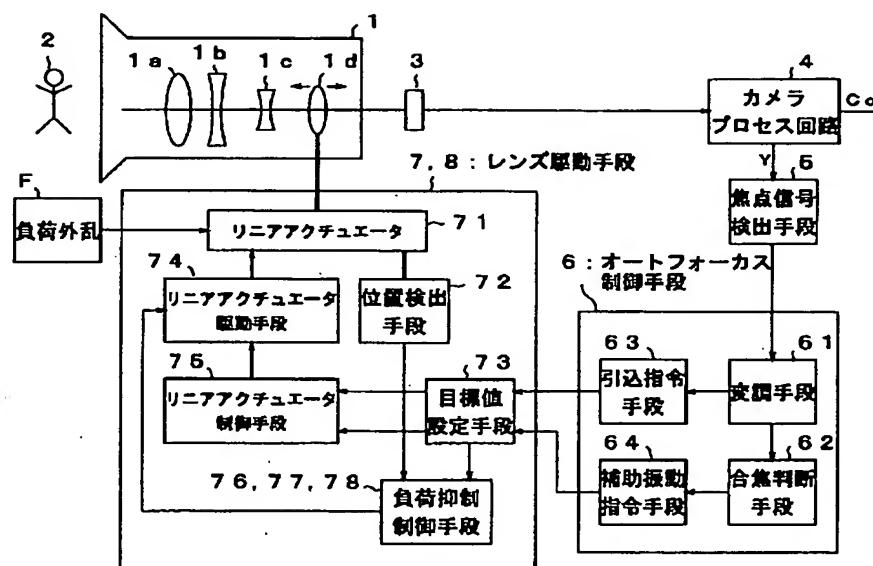
7 7 c 目標値振幅演算手段

50 7 7 d 振幅量比較手段

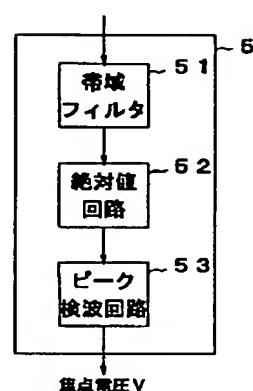
77 e メモリ手段
 77 f 補正量制御手段
 77 g 同期手段
 78 a 第1の積分手段
 78 b 第2の積分手段
 78 c 積分値比較手段
 78 d メモリ手段
 78 e 補正量制御手段
 78 f 同期手段

81 位相シフト手段
 82 位相遅れ進み検出手段
 83 目標値設定手段
 84 減算手段
 85 リニアアクチュエータ位置制御手段
 86 リニアアクチュエータ駆動手段
 87 位置検出手段
 F 負荷外乱

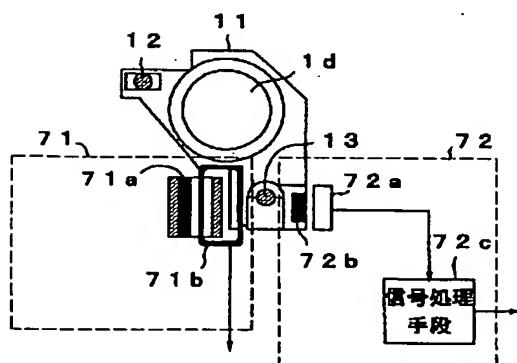
【図 1】



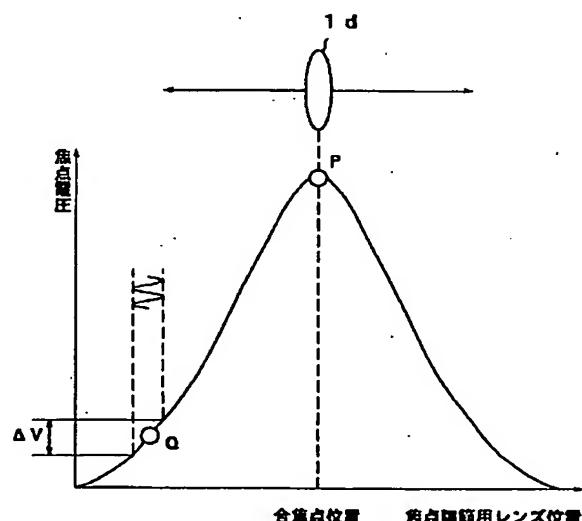
【図 2】



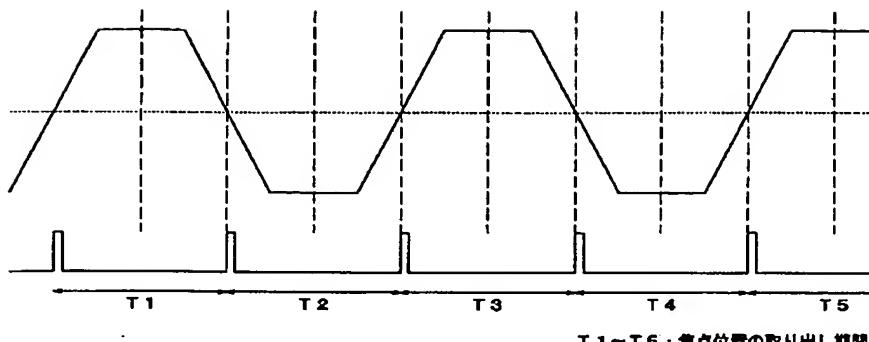
【図 3】



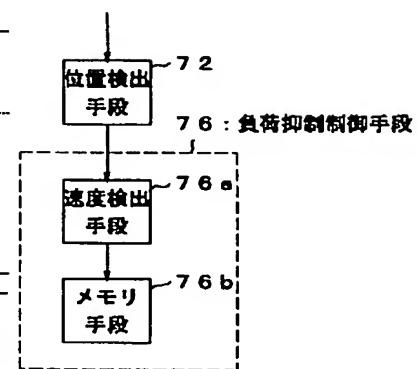
【図 4】



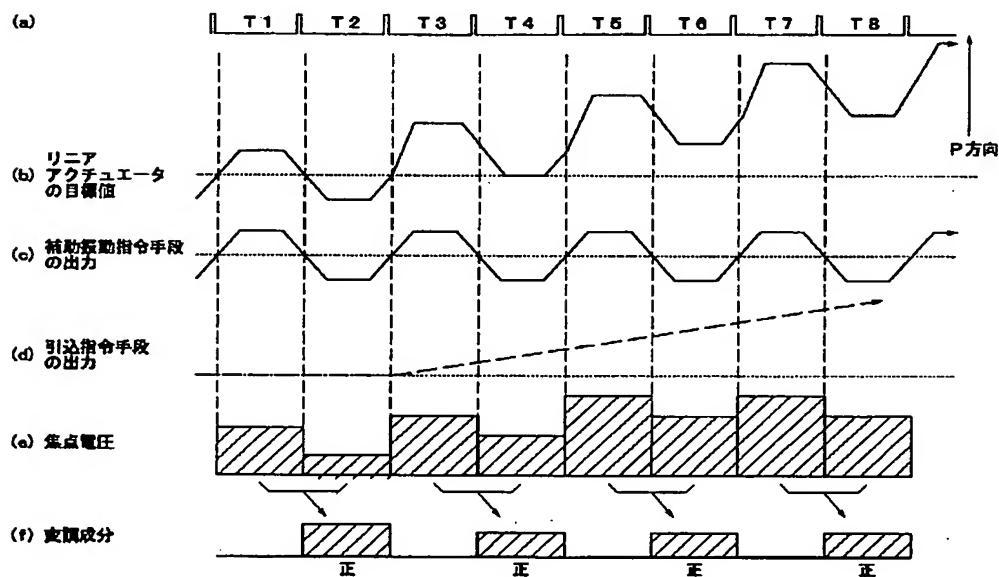
【図 5】



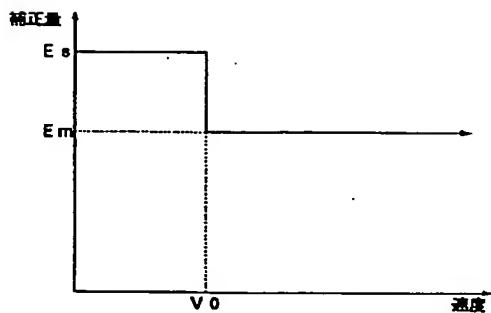
【図 7】



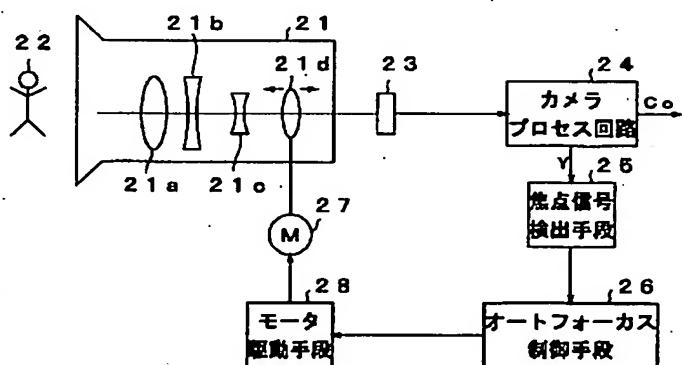
【図 6】



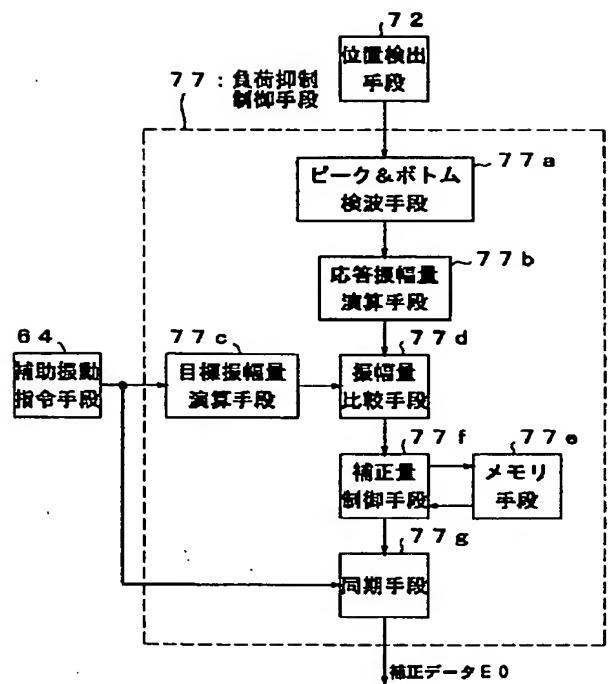
【図 8】



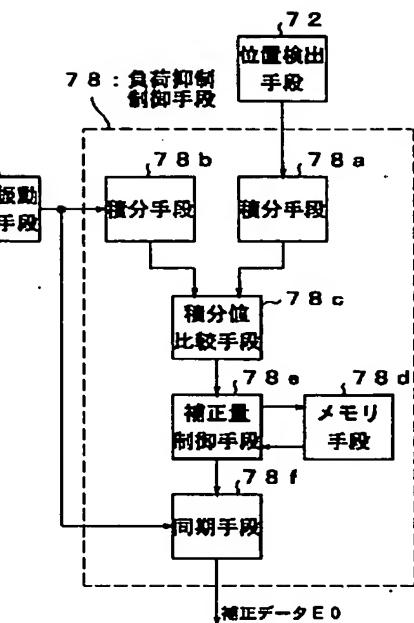
【図 15】



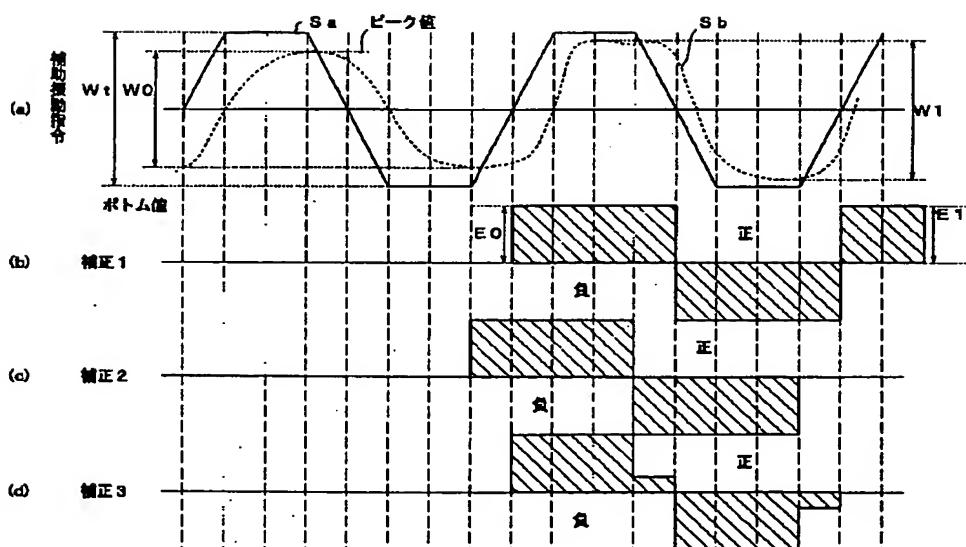
【図 9】



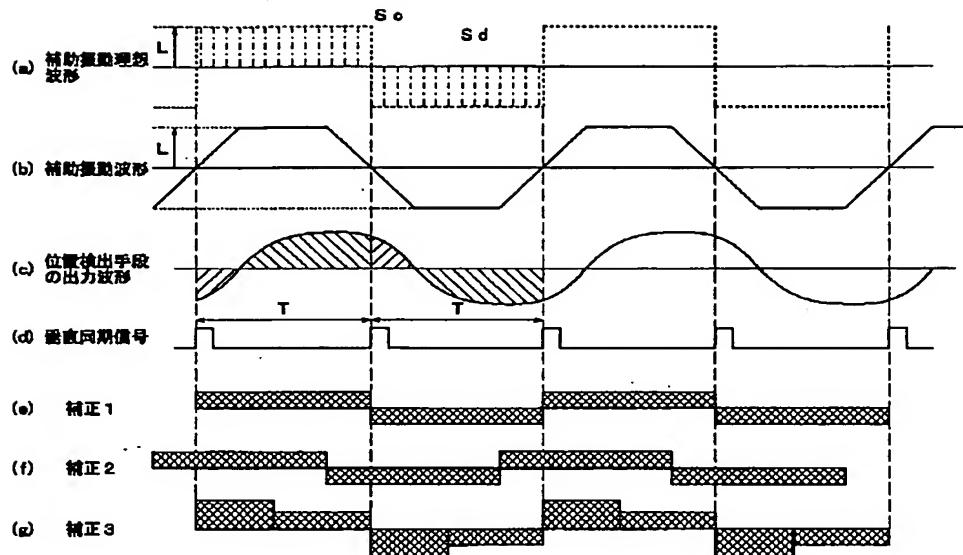
【図 11】



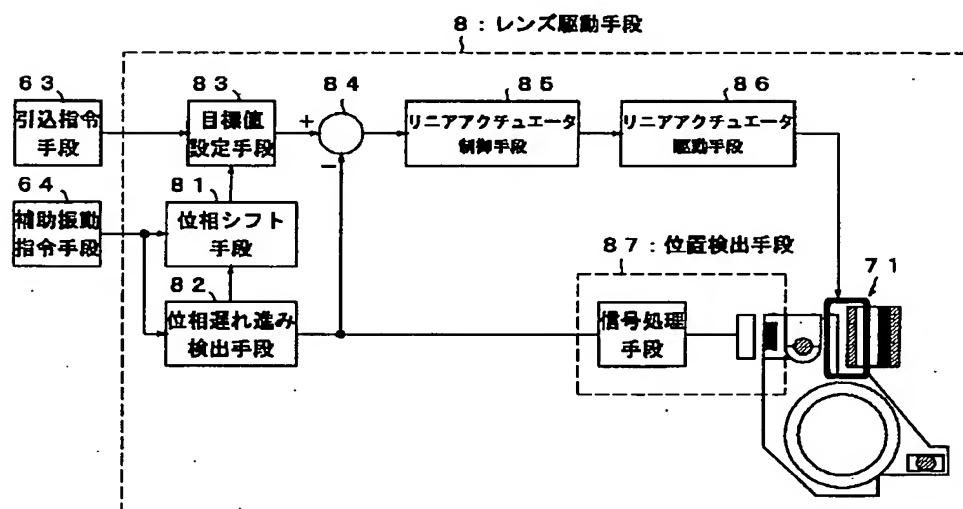
【図 10】



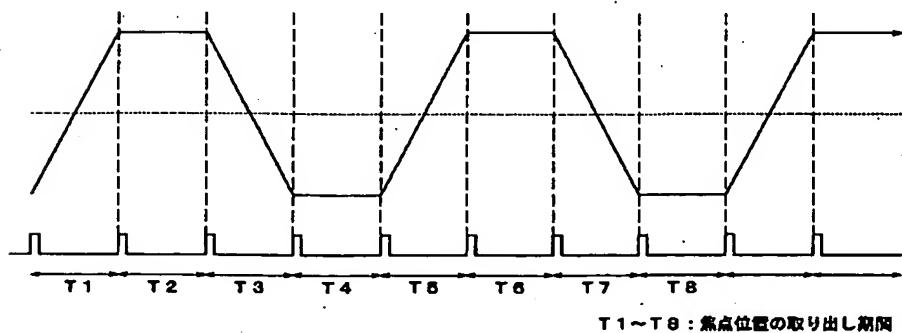
【図 1 2】



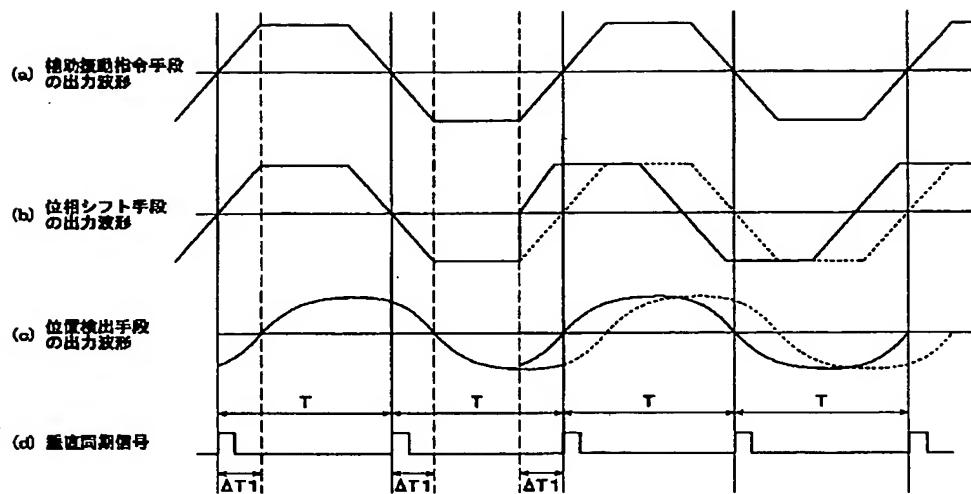
【図 1 3】



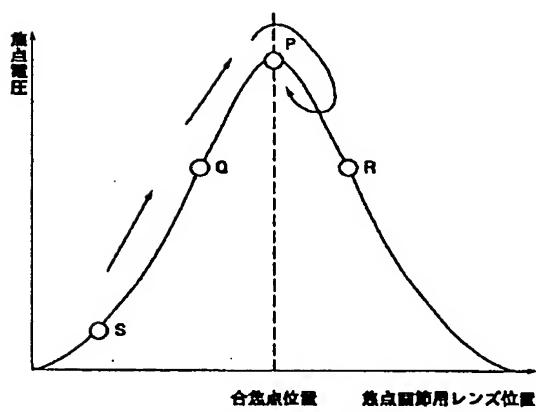
【図 1 7】



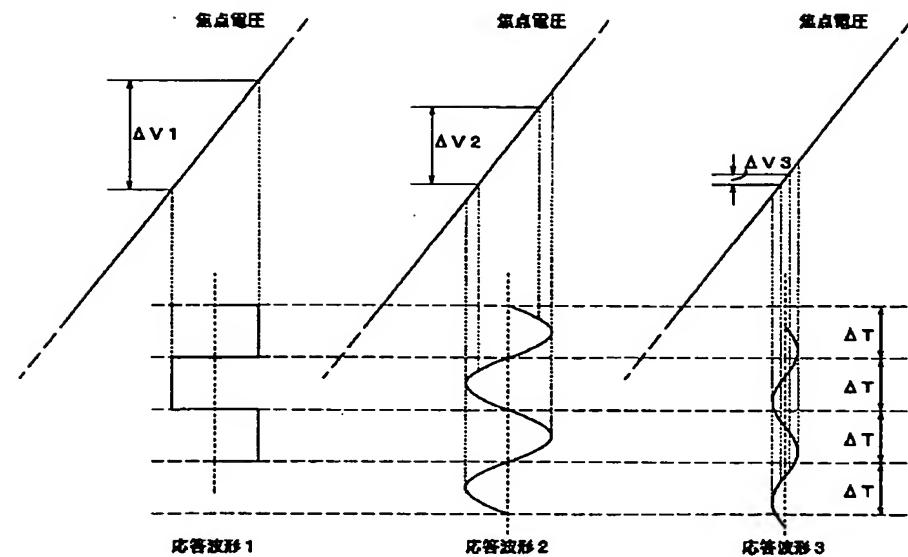
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	マークコード (参考)
G 0 2 B	7/36	H 0 4 N 101:00	
G 0 3 B	13/36	G 0 2 B 7/11	N
H 0 4 N	5/232		P
// H 0 4 N 101:00		G 0 3 B 3/00	D
			A

F ターム(参考) 2H011 AA03 BA31 BB04 CA12 CA19
 CA21 CA28
 2H044 DA01 DB00 DC02 DC11 DE06
 2H051 AA00 BA47 BA63 CD25 CD30
 FA01 FA09 FA48 FA50 FA52
 FA76 GB11
 5C022 AA13 AB28 AB43 AC69 AC74